

**PRARANCANGAN PABRIK *FATTY ALCOHOL ETHOXYLATE*  
DARI *FATTY ALCOHOL* DAN ETILEN OKSIDA  
KAPASITAS 52.000 TON/TAHUN**



Oleh:

**NUR SA'ADAH**

**D 500 120 067**

**Dosen Pembimbing:**

- 1. Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.      NIK : 664**
- 2. Kusmiyati, S.T., M.T., Ph.D.      NIK : 683**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2016**

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

Nama : Nur Sa'adah  
NIM : D 500 120 067  
Judul Skripsi : Prarancangan *Fatty Alcohol Ethoxylate* dari *Fatty Alcohol* dan  
Etilen Oksida Kapasitas 52.000 Ton/Tahun  
Pembimbing : 1. Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.  
2. Kusmiyati, S.T., M.T., Ph.D.

Surakarta, Oktober 2016

Menyetujui,


Dosen Pembimbing I



Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.

NIK. 664

Dosen Pembimbing II



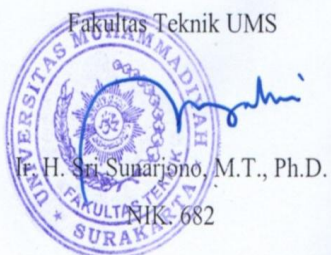
Kusmiyati, S.T., M.T., Ph.D.

NIK. 683

Mengetahui,

Dekan

Fakultas Teknik UMS

  
H. Sri Sunarjo, M.T., Ph.D.  
NIK. 682

Ketua Program Studi

Teknik Kimia



Rois Fatoni, S.T., M.Sc, Ph.D.

NIK. 892

**PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**

---

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nur Sa'adah

NIM : D 500 120 067

Program Studi : S1 Teknik Kimia

Judul Skripsi : Prarancangan *Fatty Alcohol Ethoxylate* dari *Fatty Alcohol* dan Etilen Oksida Kapasitas 52.000 Ton/Tahun

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya buat ini, adalah hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dan ringkasan-ringkasan yang dirujuk dari sumbernya.

Surakarta, Oktober 2016



Penulis

## INTISARI

Kebutuhan industri surfaktan mengalami peningkatan dengan berkembangnya pembangunan di Indonesia. Meningkatnya kebutuhan surfaktan tersebut akan meningkatkan kebutuhan *Fatty Alcohol Ethoxylate* (FAE) yang merupakan salah satu bahan dalam pembuatan surfaktan. Selain digunakan industri surfaktan, FAE juga digunakan sebagai bahan kosmetik, farmasi dan tekstil. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan adanya peluang ekspor yang masih terbuka lebar, maka dirancang pabrik FAE dengan kapasitas 52.000 ton/tahun. Pabrik ini direncanakan akan didirikan di daerah Cilegon, Banten pada tahun 2020.

Bahan baku utama pembuatan FAE adalah *fatty alcohol* dan etilen oksida serta bahan pembantu potassium hidroksida (KOH) yang berguna sebagai katalis. Tahapan proses dibagi menjadi 3 step yaitu pengaktifan katalis, pembentukan produk di reaktor dan pemurnian produk. Step awal *fatty alcohol* di larutkan dengan katalis KOH 0,5% berat *fatty alcohol* dengan suhu pemanasan 180°C selama 30 menit di *mixer*. Pada proses ini akan terjadi pengaktifan katalis. Step kedua larutan dimasukkan ke dalam reaktor gelembung dan direaksikan dengan etilen oksida dengan suhu operasi 180°C dan tekanan 2 atm, reaksi ini disebut reaksi etoksilasi. Konversi yang didapat selama pembentukan produk di reaktor sebesar 84,43%. Kemudian pada step akhir produk akan dimurnikan di menara destilasi sehingga didapatkan kemurnian produk sebesar 99,8%.

Hasil analisa ekonomi diperoleh, ROI (*Return on Investment*) sebelum dan sesudah pajak sebesar 41,37% dan 31,03%, POT (*Pay Out Time*) sebelum dan sesudah pajak sebesar 1,95 tahun dan 2,44 tahun, BEP (*Break Event Point*) sebesar 41,84%, SDP (*Shut Down Point*) 20,75% dan DCF (*Discounted Cash Flow*) sebesar 38,64%. Kesimpulan dari analisa ekonomi ini adalah pabrik layak untuk didirikan.

Kata kunci : Etoksilasi, *Fatty alcohol ethoxylate*, Surfaktan

## ABSTRACT

Surfactant industry needs increased with the growth of development in Indonesia. The increases of surfactant needed will increase the need for Fatty Alcohol ethoxylate (FAE), which is one of the ingredients in the manufacture of surfactants. Besides being used industrial surfactants, FAE is also used as an ingredient in cosmetics, pharmaceuticals and textiles. To fulfill domestic needs and their export opportunities that are still open, FAE factory is designed with a capacity of 50.000 tons/year. This factory will be established in Cilegon, Banten at 2020.

Raw material for manufacturing FAE is fatty alcohol and ethylene oxide and potassium hydroxide (KOH) as catalyst. The process step is divided to 3 steps, there are activation catalyst, manufacturing product in reactor and purification product. First step, mixing fatty alcohol and KOH catalyst 0,5% weight of fatty alcohol at temperature of 180 °C in 30 minutes in the mixer. In this process, activation catalyst is happened. Second step, the solution is fed to bubble reactor and reacted with ethylene oxide at temperature of 180 °C and pressure 2 atm, this reaction is called ethoxylation. The conversion as long as manufacturing product in reactor is 84,43%. Last step, the product will be refined at distillation column, so the conversion will increase into 99,8%.

From economic analysis shows Percent Return On Investment before tax = 41,37 %; Percent Return On Investment after tax = 31,03%, Pay Out Time before tax = 1,95 years; Pay Out Time after tax = 2,44 years. Break Even Point (BEP) = 41,84%; Shut Down Point (SDP) = 20,75%, Discounted Cash Flow (DCF) = 38,64%. The conclusion from this economic analysis is the factory is feasible to established.

Kata kunci: ethoxylation, *fatty alcohol*, *Fatty alcohol ethoxylate*, surfactant

## **MOTTO**

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan) kerjakan dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, dan hanya kepada Tuhan mu lah kamu berharap”

(Q.S Asy-Syarh: 6-8)

“Allah akan meninggikan orang-orang beriman diantara mu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat”

(Q.S Al-Mujadalah: 11)

“If There is a will, there is away: Jika ada kemauan pasti ada jalan”

## **PERSEMBAHAN**

Segala puji syukur selalu kepada-Mu Ya Allah atas segala nikmat dan karunia-Mu penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Ibu, Bapak dan kakak tercinta yang telah memberikan dukungan dan semangat sehingga saya bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Partner saya Suci Amalia Febriyanti, terima kasih telah menjadi partner TPP ku. Terima kasih untuk kesabaran, persahabatan dan kerjasamanya untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Teman-teman Teknik Kimia 2012 yang telah bersama-sama dalam perkuliahan yang menyenangkan. Terima kasih atas doa dan semangat dari kalian semua.

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum Wr. Wb*

Dengan memanjatkan puji syukur alhamdulillah kehadiran ALLAH SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, hidayah, serta taufikNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul: **Prarancangan Pabrik *Fatty Alcohol Ethoxylate* dari *Fatty Alcohol* dan Etilen Oksida dengan Kapasitas 52.000 ton/tahun**

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung hingga terselesaikannya skripsi ini. Ucapan terimakasih yang tulus penulis haturkan kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kemampuan dan kekuatan ditengah lemah dan tak berdayanya seorang hamba. Tanpa kasih sayangMu semua tiada arti.
2. Orang tua dan keluarga atas doanya yang tiada henti dipanjatkan, tercurahnya kasih sayang, kesabaran dan materi demi masa depan yang cerah untukku.
3. Bapak Sri Sunarjono, M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Bapak Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D. selaku pembimbing utama yang telah sabar memberikan bimbingan dan arahan dalam penulisan skripsi ini, pesan yang selalu saya ingat “Hal yang terlihat sulit belum tentu sulit ketika dikerjakan dan sebaliknya”.
5. Ibu Kusmiyati, S.T., M.T., Ph.D. selaku pembimbing kedua yang selalu sabar dalam memberikan bimbingan dan arahan dalam penulisan skripsi ini



6. Bapak Ir. Rois Fatoni, M.Sc, Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
7. Bapak Ibu Dosen dan Karyawan di lingkungan Fakultas Teknik serta perpustakaan Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan pengetahuan dan bekal ilmu kepada penulis.
8. Suci Amalia F. selaku rekan skripsi dan rekan hidup yang senantiasa memberi banyolan, semangat dan keyakinan jikalau skripsi hanyalah sebuah badai yang pasti berlalu.
9. Aditya N.B.P, teman-teman kos nayla (Eva, Ririn, Ipeh, Kikin, Pipin, Septi, Arum, Lia), angkatan teknik kimia 2012 dan teman sepermainan (Andy, Fani, Bayu dan Syifda) yang telah senantiasa memberikan pecutan semangat dan kenangan indah yang tak ternilai oleh uang.
10. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu. Terimakasih untuk semuanya

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna dan tidak menutup kemungkinan membutuhkan kritikan yang bersifat membangun. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat yang berarti bagi pembaca dan semua pihak yang membutuhkan.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Surakarta, Oktober 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	i
<b>HALAMAN KEASLIAN SKRIPSI</b>	ii
<b>INTISARI</b>	ii
<b>MOTTO</b>	v
<b>PERSEMBAHAN</b>	vi
<b>KATA PENGANTAR</b>	vii
<b>DAFTAR ISI</b>	ix
<b>DAFTAR TABEL</b>	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kapasitas Perancangan	2
1.2.1 Kebutuhan dalam Negeri	2
1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku	3
1.2.3 Kapasitas Minimum	3
1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik	4
1.3.1 Ketersediaan Lahan yang Memadai	4
1.3.2 Kebijakan Pemerintah	5
1.3.3 Penyediaan Bahan Baku	5
1.3.4 Tenaga Kerja	5
1.3.5 Transportasi	5
1.3.6 Komunikasi	5
1.3.7 Utilitas	5
1.3.8 Pemasaran Produk	6
1.3.9 Kondisi Tanah dan Daerah	6
1.4 Tinjauan Pustaka	6
1.4.1 Proses Etoksilasi pada Pembuatan FAE	6
1.4.2 Kegunaan Produk FAE	7

	1.4.3 Sifat-sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku dan Produk .....	7
<b>BAB II</b>	<b>DESKRIPSI PROSES .....</b>	<b>14</b>
	2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk .....	14
	2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku.....	14
	2.1.2 Spesifikasi Bahan Pembantu .....	14
	2.1.3 Spesifikasi Produk .....	15
	2.2 Konsep Proses .....	15
	2.2.1 Dasar Reaksi .....	15
	2.2.2 Mekanisme Reaksi .....	16
	2.2.3 Kondisi Operasi .....	16
	2.2.4 Tinjauan Termodinamika .....	16
	2.2.5 Kinetika Reaksi .....	19
	2.3 Diagram Alir Proses .....	19
	2.3.1 Langkah Proses .....	22
	2.4 Neraca Massa dan Neraca Panas .....	23
	2.4.1 Neraca Massa .....	23
	2.4.2 Neraca Panas .....	26
	2.5 Tata Letak Pabrik dan Peralatan .....	31
	2.5.1 Tata Letak Pabrik .....	31
	2.5.2 Tata Letak Peralatan .....	35
<b>BAB III</b>	<b>SPESIFIKASI ALAT .....</b>	<b>38</b>
	3.1 Reaktor (R-101) .....	38
	3.2 <i>Mixer</i> (M-101) .....	39
	3.3 Menara Distilasi (MD-101) .....	40
	3.4 Menara Distilasi (MD-102) .....	41
	3.5 Tangki <i>Fatty Alcohol</i> (T-101) .....	41
	3.6 Tangki KOH (T-102) .....	42
	3.7 Tangki Etilen Oksida (T-103) .....	43
	3.8 Tangki <i>Fatty Alcohol Ethoxylate</i> (T-104) .....	43
	3.9 <i>Heat Exchanger</i> 1 .....	44
	3.10 <i>Heat Exchanger</i> 2 .....	45

3.11 Kondensor (Cd-101) .....	46
3.12 Kondensor (Cd-102) .....	47
3.13 <i>Reboiler</i> (Rb-101) .....	47
3.14 <i>Reboiler</i> (Rb-102) .....	48
3.15 <i>Cooler</i> (Cl-101) .....	49
3.16 <i>Cooler</i> (Cl-102) .....	50
3.17 <i>Cooler</i> (Cl-103) .....	51
3.18 Kompresor (C-101) .....	52
3.19 <i>Accumulator</i> 1 .....	53
3.20 <i>Accumulator</i> 2 .....	53
3.19 Pompa 1 (P-101) .....	54
<b>BAB IV    UNIT PENDUKUNG PROSES (UTILITAS) DAN</b>	
<b>LABORATORIUM .....</b>	<b>59</b>
4.1 Unit Pendukung Proses (Utilitas) .....	59
4.1.1 Unit Pengadaan Air .....	60
4.2 Labroratorium .....	80
4.3 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) .....	81
<b>BAB V    MANAJEMEN PERUSAHAAN .....</b>	<b>84</b>
5.1 Bentuk Perusahaan .....	84
5.2 Struktur Organisasi .....	85
5.3 Tugas dan Wewenang .....	88
5.3.1 Pemegang Saham .....	88
5.3.2 Dewan Komisaris .....	88
5.3.3 Dewan Direksi.....	88
5.3.4 Staf Ahli .....	89
5.3.5 Penelitian dan Pengembangan.....	89
5.3.6 Kepala Bagian .....	89
5.3.7 Kepala Seksi.....	92
5.4 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji.....	92
5.5 Pembagian Jam Kerja Karyawan .....	93
5.5.1 Karyawan <i>Non Shift</i> .....	93

5.5.2 Karyawan <i>Shift</i> .....	93
5.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Sistem Gaji ....	95
5.6.1 Penggolongan Jabatan .....	95
5.6.2 Jumlah Karyawan dan Gaji .....	95
5.6.3 Sistem Gaji Pegawai .....	96
5.7 Kesejahteraan Sosial .....	97
5.8 Manajemen Produksi .....	98
5.8.1 Perencanaan Produksi .....	98
5.8.2 Pengendalian Produksi .....	98
<b>BAB VI ANALISA EKONOMI</b> .....	100
6.1 <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI) .....	105
6.2 <i>Manufacturing Cost</i> (MC) .....	105
6.3 <i>Working Capital</i> (WC) .....	106
6.4 <i>General Expenses</i> (GE) .....	106
6.5 Analisa Kelayakan .....	106
6.5.1 Keuntungan .....	106
6.5.2 <i>Return On Investment</i> .....	106
6.5.3 <i>Pay Out Time</i> (POT) .....	106
6.5.4 <i>Break Even Point</i> (BEP) .....	107
6.5.5 <i>Shut Down Point</i> (SDP) .....	107
6.5.6 <i>Discounted Cash Flow</i> (DCF) .....	107

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Data Impor FAE	3
Tabel 1.2	Perusahaan FAE di Dunia	4
Tabel 2.1	Komponen Tiap Arus	24
Tabel 2.2	Neraca Massa Total	24
Tabel 2.3	Neraca Massa di <i>Mixer</i>	25
Tabel 2.4	Neraca Massa di Reaktor	25
Tabel 2.5	Neraca Massa di Menara Distilasi (MD-101)	26
Tabel 2.6	Neraca Massa di Menara Distilasi (MD-102)	26
Tabel 2.7	Neraca Panas di <i>Mixer</i>	27
Tabel 2.8	Neraca Panas di Reaktor	27
Tabel 2.9	Neraca Panas di Menara Distilasi (MD-101)	28
Tabel 2.10	Neraca Panas di Menara Distilasi (MD-102)	28
Tabel 2.11	Neraca Panas di Kompresor	29
Tabel 2.12	Neraca Panas di <i>Cooler</i> (C-101)	29
Tabel 2.13	Neraca Panas di <i>Cooler</i> (C-102)	29
Tabel 2.14	Neraca Panas di <i>Cooler</i> (C-103)	30
Tabel 2.15	Neraca Panas di <i>Heat Exchanger</i> (HE-101)	30
Tabel 2.16	Neraca Panas di <i>Heat Exchanger</i> (HE-102)	30
Tabel 2.16	Luas Tanah Bangunan Pabrik	33
Tabel 4.1	Daftar Kebutuhan Air Pendingin	61
Tabel 4.2	Daftar Kebutuhan Air Domestik dan Sungai	62
Tabel 4.3	Daftar Kebutuhan <i>Steam</i>	62
Tabel 4.4	Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses	74
Tabel 4.5	Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Utilitas	75
Tabel 4.6	Jumlah Lumen berdasarkan Luas dan Bangunan	76
Tabel 4.7	Total Kebutuhan Listrik Pabrik	77
Tabel 5.1	Jadwal Hari dan Jam Kerja Karyawan <i>Shift</i>	94
Tabel 5.2	Jumlah Karyawan dan Gaji	96
Tabel 6.1	<i>Fixed Capital Investment</i>	105

Tabel 6.2	<i>Manufacturing Cost</i>	105
Tabel 6.4	<i>Working Capital</i>	106
Tabel 6.5	<i>General Expenses</i>	106

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1	Diagram Alir Kualitatif	20
Gambar 2.2	Diagram Alir Kuantitatif	21
Gambar 2.3	Tata Letak Pabrik	34
Gambar 2.4	Tata Letak Peralatan	37
Gambar 4.1	Skema Pengolahan Air	83
Gambar 5.1	Struktur Organisasi Perusahaan	87
Gambar 6.1	Grafik Hubungan antara Tahun dengan Indeks PEC	104
Gambar 6.2	Grafik Analisa Ekonomi	108